

Порівняльний аналіз переваг та недоліків механізмів з їх послідовним та паралельним з'єднанням показує, що найбільш ефективно функціонують останні, які дозволяють зменшити енергетичні витрати на переміщення рухомих мас виконавчих органів, забезпечити мінімальну матеріалоемність та збільшити коефіцієнт корисної дії, та точність позиціонування виконавчого органу

Наведеним вимогам повністю відповідають механізми паралельної структури, які є принципово новим класом просторових механізмів, фізична сутність яких полягає у тому, що рухомий виконавчий орган шарнірно пов'язаний з його нерухомою системою кінематичними ланками, кожний з яких має індивідуальний привод.

Багатопоточність та паралельність передачі навантажень у таких механізмах дозволяє їм оптимізувати перерозподіл сил та рухів на декілька кінематичних ланок, а їх замкненість обумовлює створення симетричної конструкції верстатної системи. Усі кінематичні ланки механізму працюють одночасно (паралельно), що дозволяє виконавчому органу рухатись у просторі, забезпечуючи необхідний закон переміщення.

Таким чином на основі механізмів паралельної структури можна створити високорухому, багатопоточну та багатфункціональну верстатну систему з високим спектром технологічних можливостей.

Список літератури

1. Технологічне обладнання з паралельною кінематикою: Навчальний посібник для ВНЗ. / [Крижанівський В.А., Кузнецов Ю.М., Валявський І.А., Склярів Р.А.]. – Кіровоград, 2004. – 449 с.

Одержано 25.03.11

УДК 621.9.06

І. А. Валявський, ст. викл., канд. техн. наук., С.А. Сачок, ст.гр. ТМ-06

Кіровоградський національний технічний університет

Методика проведення експериментальних досліджень параметрів та форми робочого простору верстата з паралельною кінематикою типу «Дельта»

В статті розглянута запропонована методика експериментального дослідження параметрів робочого простору верстатів типу «Дельта».

верстати з паралельною кінематикою, верстат типу «Дельта», робочий простір

Верстати з паралельною кінематикою типу «Дельта», відрізняються від інших типів подібних верстатів застосуванням у кінематичних ланках паралелограмного механізму, що обумовлює значно ширший спектр рухових можливостей порівняно з верстатами традиційної компоновки і навіть з верстатами з паралельною кінематикою інших типів. Вони дозволяють обробляти складно-фасонні поверхні деталей розташовані під кутом до $180-210^0$ відносно осі симетрії компоновки без їх перевстановлення на даному робочому місці та передачі на інші верстати, що свідчить про високий рівень інтеграції технологічних методів з різним технологічним впливом. Під час обробки поверхонь деталей, виконавчий орган верстату реалізує необхідні формоутворюючі

рухи у межах робочого простору верстату. Слід відмітити, що на сьогодні на теренах України практично відсутні дослідження параметрів та форми робочого простору подібних верстатів, тому проведення подібних досліджень є важливою науково-практичною задачею.

Мета експериментальних досліджень полягає у визначенні форми та параметрів робочого простору верстатів типу «Дельта» залежно від поточного положення виконавчого органу, а результати досліджень дозволять визначити вплив поточного положення виконавчого органу на форму та параметри робочого простору верстата типу «Дельта».

Першим кроком у вирішенні поставленої задачі є визначення факторів, які впливають на форму та параметри робочого простору. До них у першу чергу відносять:

- компоновочна схема верстата;
- параметри несучої системи, та виконавчого органу які характеризуються координатами розташування опорних шарнірів кінематичних ланок;
- конструктивні параметри кінематичні ланки, що визначаються довжинами поворотної штанги та стрижнів паралелограмного механізму;
- конструктивне виконання опорних шарнірів, що враховують рухові характеристики кінематичних ланок;

Крім конструктивних параметрів та компоновки верстата на форму та параметри робочого простору також впливають:

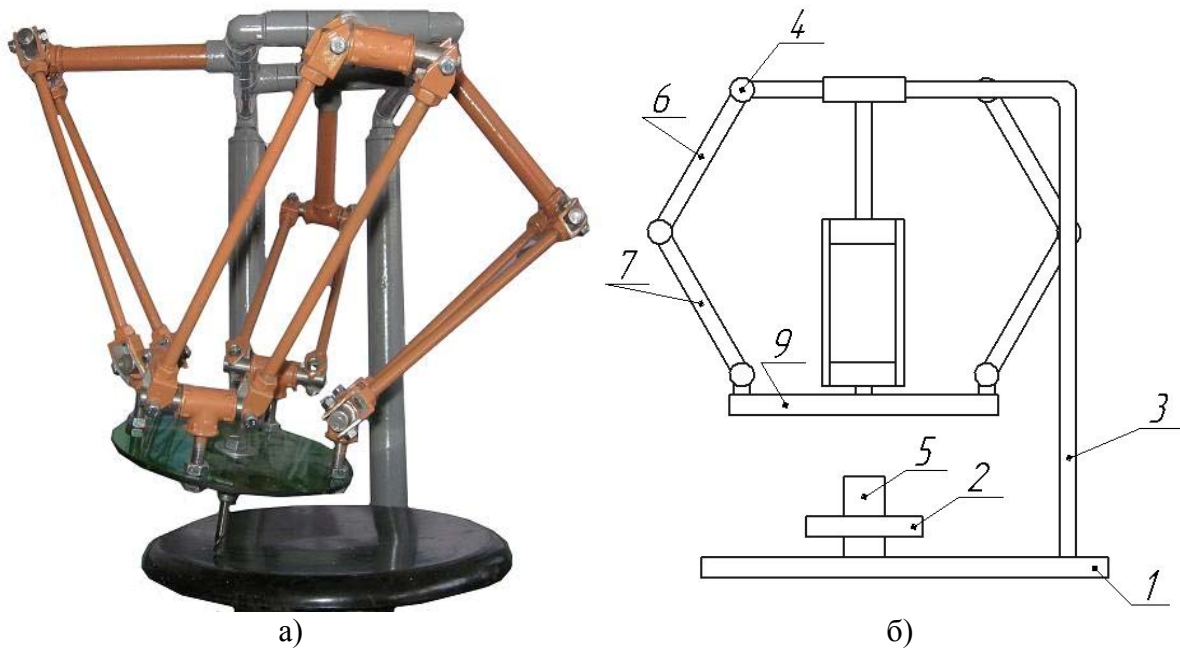
- конструктивне виконання опорних шарнірів;
- розташування опорних шарнірів несучої системи та виконавчого органу відносно системи координат несучої системи;
- габаритні розміри та маса приводу головного руху, а також його розташування (на несучій системі або на виконавчому органі);
- конструктивні параметри паралелограмного механізму;
- габаритні розміри відповідно інструменту.

Для конкретної компоновки та конструктивного виконання основних конструктивних елементів верстата вплив деяких факторів доцільно не враховувати, тому, що вони залишаються постійними під час проведення експериментальних досліджень параметрів робочого простору та його форми.

Таким чином, форми і параметри робочого простору верстату типу «Дельта» змінюється лише при зміні кута повороту опорного шарніру, який зв'язує несучу систему з кінематичною ланкою та кута нахилу вісі виконавчого органу верстату.

Враховуючи, що на машинобудівних підприємствах України відсутнє технологічне обладнання з паралельною кінематикою, для проведення експериментальних досліджень параметрів робочого простору верстата з паралельною кінематикою типу «Дельта» розроблена конструкція подібного верстату та виготовлений його макет.

Експериментальний макет верстата типу «Дельта» спроможний відтворити реальні процеси, що відбуваються під час функціонування верстата подібного типу (рис. 1).



а) зовнішній вигляд, б) компоновка схема
Рисунок 1 – Верстатна система типу «Дельта»

Експериментальний макет верстата з паралельною кінематикою складається з несучої системи 1, робочого столу 2, вертикальних Г-подібних колон 3, механізму паралельної структури та виконавчого органу 9

Розглянемо окремо призначення кожної складової верстата.

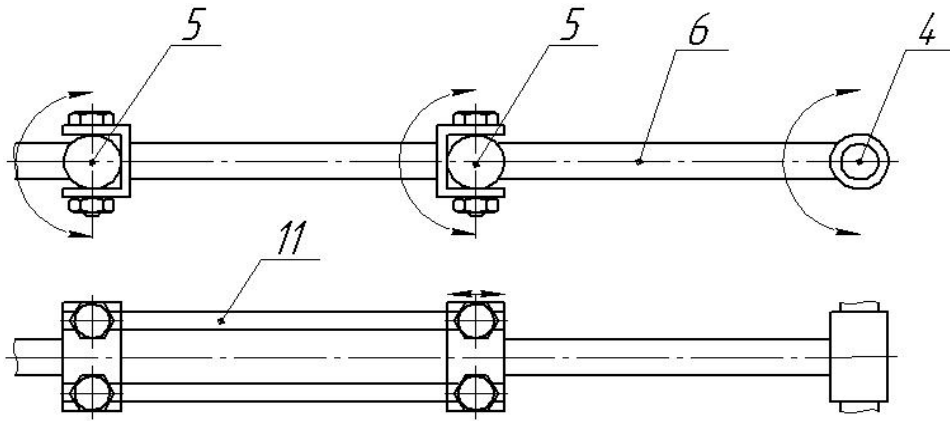
Несуча система 1 призначена для монтажу робочого столу 2 та вертикальних колон 3 на яких монтується механізм паралельної структури та відповідний привод обертання опорних шарнірів кінематичних ланок.

На робочому столі 2 закріплюється деталь, яка обробляється. Стіл має можливість переміщатись у вертикальному напрямку відносно координатної вісі Z.

Механізм паралельної структури виконаний за принципом «дельта-структур» призначений для реалізації необхідних для обробки для обробки поверхонь деталей формують рухів. Цей механізм шарнірно зв'язаний з несучою системою 1 та виконавчим органом 9 є найбільш складним та відповідальним елементом верстату.

Обертовий опорний шарнір 4, що зв'язує несучу систему з механізмом паралельної структури отримує обертовий рух від відповідного приводу з кроковим двигуном, що забезпечує обертальний рух поворотної штанги 6 яка реалізує зміну кута між нею та стрижнями паралелограмного механізму 7, що обумовлює необхідне переміщення виконавчого органу 9. Привод обертання поворотної штанги, як правило, монтується на нерухомій несучій системі 1, внаслідок чого маса приводу не впливає на динамічні характеристики верстата.

Механізм паралельної структури макету верстата типу «Дельта» складається з чотирьох кінематичних ланок аналогічного конструкторського виконання, кожна з яких містить опорний шарнір обертової дії 4, поворотну штангу 6, шарнір 5, паралелограмний механізм, що складається з двох попарно-паралельно з'єднаних стрижнів 11 та шарніру 5, який з'єднує паралелограмний механізм з виконавчим органом (рис. 2).



4 – обертовий опорний шарнір; 5 – шарнір; 6 – поворотна штанга;
11 – попарно-паралельні стрижні

Рисунок 2 – Компонувальна схема кінематичної ланки

Отже, дослідження форми та параметрів робочого простору слід виконувати за наступним загальним алгоритмом:

1. Встановлення конкретного параметру впливу від зміни якого змінюється форма і параметри робочого простору, а саме: величину, граничні значення та інтервал зміни;

– Кут повороту опорного шарніру змінюється від 0 до 300° з інтервалом 15°

– Кут нахилу вісі виконавчого органу відносно осі симетрії компоновки верстата змінюється від 0 до 90° з інтервалом 15°

2. При кожному фіксованому значенні визначеного параметру, що впливає на зміну форми та параметрів робочого простору досліджується реальна форма поперечного перерізу робочого простору у відповідній площині.

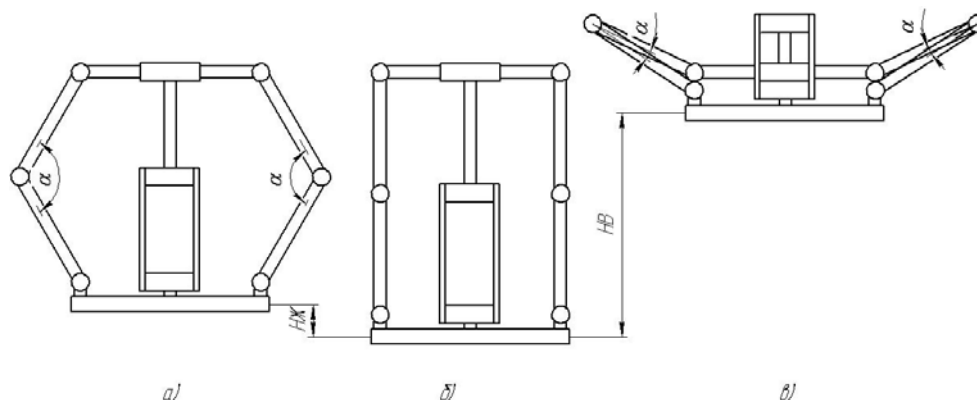
– Граничні значення поперечного перерізу визначаються з інтервалом 15°

3. Сукупність поперечних перерізів у вертикальній площині дозволяє отримати реальні форму, розміри та розташування робочого простору у загальному просторі верстата та його розташування відносно координатних осей компоновки.

– Поперечні перерізи робочого простору досліджуються від нижнього до верхнього положення виконавчого органу з інтервалом 5 см.

Реалізація формоутворюючих рухів виконавчого органу наведено на рис. 3 та 4.

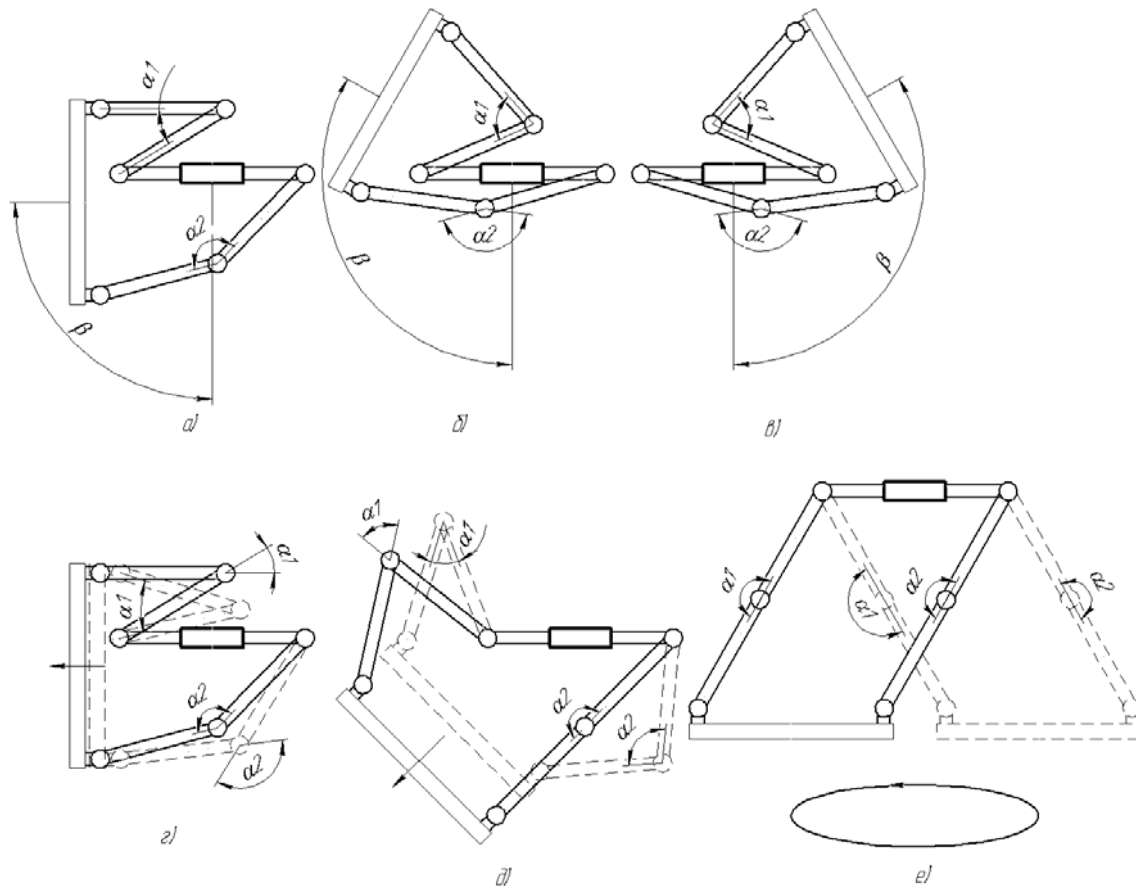
Слід відмітити, що при одночасному обертанні усіх чотирьох опорних шарнірів, зв'язаних з несучою системою, при умові аналогічного напрямку та величині кута повороту виконавчий орган 9 переміщується у вертикальному напрямку на осі симетрії верстата.



а) вихідне положення; б) нижнє положення; в) верхнє положення

Рисунок 3 – Схема розташування елементів кінематичних ланок та виконавчого органу

У випадку, коли кожний опорний шарнір 4 обертається по окремому закону, тоді виконавчий орган переміщується у робочому просторі верстата, і може займати будь-яке задане положення (рис. 4.10).



а) поворот на 90^0 ; б) поворот на 120^0 вліво; в) поворот на 120^0 вправо; г) переміщення відносно вісі X;
д) переміщення під кутом 45

Рисунок 4 – Схема зміни вірогідних положень виконавчого органа

Таким чином, спостерігаються значні рухові можливості виконавчого органа верстатів з паралельною кінематикою типу «Дельта», які перевищують рухові можливості верстатів з паралельною кінематикою інших типів.

Але на теперішній час в Україні практично відсутні дослідження рухових характеристик та робочого простору верстатів з паралельною кінематикою типу «Дельта».

Запропонована методика дозволяє виконати експериментальні дослідження форми та параметрів робочого простору верстату з паралельною кінематикою типу «Дельта», який не має матеріальних напрямних, а формоутворюючі рухи виконавчого органу реалізується шляхом повороту опорного шарніру на заданий кут, залежно від реального положення виконавчого органу.

Список літератури

1. Технологічне обладнання з паралельною кінематикою: Навчальний посібник для ВНЗ. / [Крижанівський В.А., Кузнецов Ю.М., Валявський І.А., Скляров Р.А.]. – Кіровоград, 2004. – 449 с.

Одержано 25.03.11